

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-65939

(P2000-65939A)

(43) 公開日 平成12年3月3日 (2000. 3. 3)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコト* (参考)
G 0 1 T 1/20		G 0 1 T 1/20	C 2 G 0 8 8
		1/00	A 2 H 0 5 0
G 0 2 B 6/02		G 0 2 B 6/02	A
6/44	3 4 6	6/44	3 4 6

審査請求 未請求 請求項の数20 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-246513

(22) 出願日 平成10年8月18日 (1998. 8. 18)

(71) 出願人 598118824

株式会社ワイヤードジャパン

東京都品川区西大井1丁目8番1号 坂本ビル2F

(72) 発明者 杉原 寛

東京都品川区西大井1丁目8番1号 坂本ビル2F 株式会社ワイヤードジャパン内

Fターム(参考) 2G088 GG10 GG11 GG15 GG30 JJ29

JJ40

2H050 AB04X AB43Y AC03 AD04

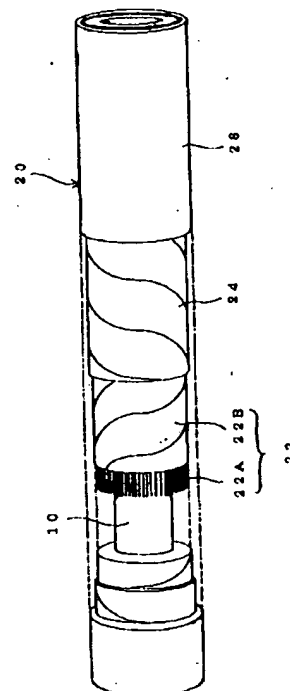
AD06 BB26R BC17

(54) 【発明の名称】 光ファイバ及び光ファイバケーブル

(57) 【要約】

【目的】放射線漏れ監視システムを構築するに必要な検出具としての光ファイバ及び光ファイバケーブルを安価に提供することである。

【構成】この発明に係る光ファイバケーブルは、光導波性を有し、一方向に沿って延出するコア12、及び、このコア12の外周面を全面的に被覆すると共に、放射線により発光するシンチレータが分散されているクラッド層14を備える光ファイバ10と、この光ファイバ10の外周を略全面的に覆うように配設された放射線遮蔽層24とを具備し、この放射線遮蔽層24には、少なくとも1カ所に隙間26が設けられていることを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】光導波性を有し、一方向に沿って延出するコアと、

このコアの外周面を全面的に被覆して前記コア内を伝送される光を該コア内に閉じ込めるクラッド層とを備え、このクラッド層には、放射線により発光するシンチレータが分散され、

このシンチレータに放射線が照射されることにより発光した光の少なくとも一部は、前記コア内を伝送されることを特徴とする光ファイバ。

【請求項2】光導波性を有し、一方向に沿って延出するコアと、

このコアの外周面を全面的に被覆して前記コア内を伝送される光を該コア内に閉じ込めるクラッド層と、

このクラッド層の外周面を全面的に被覆する検出層とを備え、

この検出層には、放射線により発光するシンチレータが分散され、

このシンチレータに放射線が照射されることにより発光した光の少なくとも一部は、前記クラッド層を介して前記コア内を伝送されることを特徴とする光ファイバ。

【請求項3】前記シンチレータは、無機シンチレータであることを特徴とする請求項1又は2に記載の光ファイバ。

【請求項4】前記放射線は、X線、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線及び $\gamma$ 線の少なくとも一つを含み、

前記シンチレータは、前記X線、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線及び $\gamma$ 線の何れかにより発光することを特徴とする請求項1又は2に記載の光ファイバ。

【請求項5】前記クラッド層の外周面には、保護層が被覆されていることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ。

【請求項6】前記検出層の外周面には、保護層が被覆されていることを特徴とする請求項2に記載の光ファイバ。

【請求項7】前記コアは、石英ガラスから形成されていることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ。

【請求項8】前記クラッド層は、透明高分子合成樹脂から形成されていることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ。

【請求項9】前記シンチレータは、前記クラッド層内にドーピングにより分散されていることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ。

【請求項10】前記シンチレータは、前記検出層内にドーピングにより分散されていることを特徴とする請求項2に記載の光ファイバ。

【請求項11】光導波性を有し、一方向に沿って延出するコア、及び、このコアの外周面を全面的に被覆して前記コア内を伝送される光を該コア内に閉じ込めると共に、放射線により発光するシンチレータが分散されてい

るクラッド層を備える光ファイバと、

この光ファイバの外周を略全面的に覆うように配設された放射線遮蔽層とを具備し、

この放射線遮蔽層には、少なくとも1カ所に放射線の前記クラッド層への進入を許容する隙間が設けられていることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項12】光導波性を有し、一方向に沿って延出するコアと、このコアの外周面を全面的に被覆して前記コア内を伝送される光を該コア内に閉じ込めるクラッド層と、このクラッド層の外周面を全面的に被覆すると共に、放射線により発光するシンチレータが分散されている検出層とを備える光ファイバと、

この光ファイバの外周を略全面的に覆うように配設された放射線遮蔽層とを具備し、

この放射線遮蔽層には、少なくとも1カ所に放射線の前記検出層への進入を許容する隙間が設けられていることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項13】前記光ファイバの外周面を全面的に覆う補強層を更に具備し、

前記放射線遮蔽層は、この補強層の外周に配設されていることを特徴とする請求項11又は12に記載の光ファイバケーブル。

【請求項14】前記補強層は、前記一方向に沿って延びる強化繊維の束を備えていることを特徴とする請求項13に記載の光ファイバケーブル。

【請求項15】前記強化繊維の束は、その外周をテープにより巻回されることにより、前記光ファイバの外周に固定されていることを特徴とする請求項14に記載の光ファイバケーブル。

【請求項16】前記放射線遮蔽層は、前記補強層の外周面を被覆している事を特徴とする請求項11又は12に記載の光ファイバケーブル。

【請求項17】前記放射線遮蔽層は、鉛がコーティングされたテープを巻き付けることにより構成されていることを特徴とする請求項16に記載の光ファイバケーブル。

【請求項18】前記隙間は、前記光ファイバの周方向に沿う全長に渡り形成されていることを特徴とする請求項11又は12に記載の光ファイバケーブル。

【請求項19】前記隙間は、前記一方向に沿って所定間隔毎に複数箇所に形成されていることを特徴とする請求項11又は12に記載の光ファイバケーブル。

【請求項20】前記放射線遮蔽層の外周には、最外層に位置した状態で、放射線透過性を有する外被層が全周を覆うように配設されていることを特徴とする請求項11乃至19の何れか1項に記載の光ファイバケーブル。

【発明の詳細な説明】  
【0001】  
【発明の属する技術分野】この発明は、光を伝送するた

めの光ファイバ、及びこの光ファイバを内部に備えた光

ファイバケーブルに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、放射線を扱う（利用する）施設等においては、放射線漏れは、身体に対するダメージが大きいため、これが極力発生しないように種々の対策が講じられると共に、仮に、放射線漏れが発生した場合には、これを速やかに、且つ、確実に検出するための検出システムが開発され、実用に供されている。

【0003】例えば、放射線漏れが発生する可能性のある場所の全てに、周知のシンチレーション計数管のような放射線監視装置を設置し、常時、この監視装置により、放射線漏れを監視するようなシステムが構築され、実用に供されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従前の放射線監視システムにおいては、シンチレーション計数管は、検出箇所に夫々設置しなければならないものである一方で高価なものである。このため、このような監視システムの構築に多大な費用がかかることになる。従って、制限された予算の中では、どうしても、設置すべき所の全てに、監視装置を設置した監視システムを構築することが困難となり、この結果、監視箇所に漏れが出て、完璧な監視システムの構築が困難となり、改善が要望されている。

【0005】即ち、放射線漏れを検出することの出来る安価な検出用の新規な開発が、切に要望されている。

【0006】この発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、この発明の主たる目的は、放射線漏れ監視システムを構築するに必要となる検出用となる光ファイバ及び光ファイバケーブルを安価に提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するため、この発明に係わる光ファイバは、請求項1の記載によれば、光導波性を有し、一方向に沿って延出するコアと、このコアの外周面を全面的に被覆して前記コア内を伝送される光を該コア内に閉じ込めるクラッド層とを備え、このクラッド層には、放射線により発光するシンチレータが分散され、このシンチレータに放射線が照射されることにより発光した光の少なくとも一部は、前記コア内を伝送されることを特徴としている。

【0008】また、この発明に係わる光ファイバは、請求項2の記載によれば、光導波性を有し、一方向に沿って延出するコアと、このコアの外周面を全面的に被覆して前記コア内を伝送される光を該コア内に閉じ込めるクラッド層と、このクラッド層の外周面を全面的に被覆する検出層とを備え、この検出層には、放射線により発光するシンチレータが分散され、このシンチレータに放射線が照射されることにより発光した光の少なくとも一部は、前記クラッド層を介して前記コア内を伝送されるこ

とを特徴としている。

【0009】また、この発明に係わる光ファイバは、請求項3の記載によれば、前記シンチレータは、無機シンチレータであることを特徴としている。

【0010】また、この発明に係わる光ファイバは、請求項4の記載によれば、前記放射線は、X線、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線及び $\gamma$ 線の少なくとも一つを含み、前記シンチレータは、前記X線、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線及び $\gamma$ 線の何れかにより発光することを特徴としている。

【0011】また、この発明に係わる光ファイバは、請求項5の記載によれば、前記クラッド層の外周面には、保護層が被覆されていることを特徴としている。

【0012】また、この発明に係わる光ファイバは、請求項6の記載によれば、前記検出層の外周面には、保護層が被覆されていることを特徴としている。

【0013】また、この発明に係わる光ファイバは、請求項7の記載によれば、前記コアは、石英ガラスから形成されていることを特徴としている。

【0014】また、この発明に係わる光ファイバは、請求項8の記載によれば、前記クラッド層は、透明高分子合成樹脂から形成されていることを特徴としている。

【0015】また、この発明に係わる光ファイバは、請求項9の記載によれば、前記シンチレータは、前記クラッド層内にドーピングにより分散されていることを特徴としている。

【0016】また、この発明に係わる光ファイバは、請求項10の記載によれば、前記シンチレータは、前記検出層内にドーピングにより分散されていることを特徴としている。

【0017】また、この発明に係わる光ファイバケーブルは、請求項11の記載によれば、光導波性を有し、一方向に沿って延出するコア、及び、このコアの外周面を全面的に被覆して前記コア内を伝送される光を該コア内に閉じ込めると共に、放射線により発光するシンチレータが分散されているクラッド層を備える光ファイバと、この光ファイバの外周を略全面的に覆うように配設された放射線遮蔽層とを具備し、この放射線遮蔽層には、少なくとも1カ所に放射線の前記クラッド層への進入を許容する隙間が設けられていることを特徴としている。

【0018】また、この発明に係わる光ファイバケーブルは、請求項12の記載によれば、光導波性を有し、一方向に沿って延出するコアと、このコアの外周面を全面的に被覆して前記コア内を伝送される光を該コア内に閉じ込めるクラッド層と、このクラッド層の外周面を全面的に被覆すると共に、放射線により発光するシンチレータが分散されている検出層とを備える光ファイバと、この光ファイバの外周を略全面的に覆うように配設された放射線遮蔽層とを具備し、この放射線遮蔽層には、少なくとも1カ所に放射線の前記検出層への進入を許容する隙間が設けられていることを特徴としている。

【0019】また、この発明に係わる光ファイバケーブルは、請求項13の記載によれば、前記光ファイバの外周面を全面的に覆う補強層を更に具備し、前記放射線遮蔽層は、この補強層の外周に配設されていることを特徴としている。

【0020】また、この発明に係わる光ファイバケーブルは、請求項14の記載によれば、前記補強層は、前記一方向に沿って延びる強化繊維の束を備えていることを特徴としている。

【0021】また、この発明に係わる光ファイバケーブルは、請求項15の記載によれば、前記強化繊維の束は、その外周をテープにより巻回されることにより、前記光ファイバの外周に固定されていることを特徴としている。

【0022】また、この発明に係わる光ファイバケーブルは、請求項16の記載によれば、前記放射線遮蔽層は、前記補強層の外周面を被覆している事を特徴としている。

【0023】また、この発明に係わる光ファイバケーブルは、請求項17の記載によれば、前記放射線遮蔽層は、鉛がコーティングされたテープを巻き付けることにより構成されていることを特徴としている。

【0024】また、この発明に係わる光ファイバケーブルは、請求項18の記載によれば、前記隙間は、前記光ファイバの周方向に沿う全長に渡り形成されていることを特徴としている。

【0025】また、この発明に係わる光ファイバケーブルは、請求項19の記載によれば、前記隙間は、前記一方向に沿って所定間隔毎に複数箇所に形成されていることを特徴としている。

【0026】また、この発明に係わる光ファイバケーブルは、請求項20の記載によれば、前記放射線遮蔽層の外周には、最外層に位置した状態で、放射線透過性を有する外被層が全周を覆うように配設されていることを特徴としている。

【0027】

【発明を実施する形態】以下に、この発明に係わる光ファイバ及びこれが設けられた光ファイバケーブルの一実施例の構成を、詳細に説明する。

【0028】図1に示すように、この実施例に係わる光ファイバ10は、光導波性を有すると共に一方向に沿って延出する純石英ガラス製のコア12と、このコア12の外周面を全面的に密着した状態で被覆するクラッド層14と、このクラッド層14の外周面を全面的に被覆してクラッド層14を保護する保護層16とを備えて、概略構成されている。

【0029】ここで、コア12は周知の構成であるため、その説明を省略するが、この発明においては、コア12は、純石英ガラス製であることに限定されることなく、例えば、光導波性が担保され、且つ、耐久性(寿

命)が確保されるものであれば、透明プラスチック製であっても良いことは言うまでもない。

【0030】一方、上述したクラッド層14は、高分子合成樹脂、例えば、UVアクリレートやバイロコート(商品名:スペクトラン・スペシャリティ・オプティックス・カンパニー社(米国コネチカット州)製)が用いられている。

【0031】そして、この発明の特徴として、クラッド層14には、X線、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線及び $\gamma$ 線の何れかにより発光するシンチレータ18がドーピング等により分散されている。ここで、シンチレータ18は周知のものであり、その詳細な説明は省略するが、この実施例では、NaI(Tl)やCsI(Tl)等の無機シンチレータが採用されている。

【0032】尚、X線で発光するシンチレータ18としては、上述したNaI(Tl)の他、CaF<sub>2</sub>(Eu)、YAP(Ce)等が知られており、 $\alpha$ 線で発光するシンチレータ18としては、上述したCsI(Tl)の他、BaF<sub>2</sub>等が知られており、 $\beta$ 線で発光するシンチレータ18としては、上述したCaF<sub>2</sub>(Eu)やBaF<sub>2</sub>等が知られており、 $\gamma$ 線で発光するシンチレータ18としては、上述したNaI(Tl)やCsI(Tl)の他、BaF<sub>2</sub>、CeF<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>G<sub>3</sub>O<sub>12</sub>、CdWO<sub>4</sub>等が知られている。

【0033】また、上述した保護層16は、所定の機械的強度を有した合成樹脂、例えば、テフゼル(商品名:スペクトラン・スペシャリティ・オプティックス・カンパニー社(米国コネチカット州)製)から形成されている。尚、この保護層16は、光ファイバ10としては必須の構成要素ではなく、これが省略された状態でも、光ファイバ10が構成されるものである。

【0034】以上のようにこの光ファイバ10は構成されているので、この光ファイバ10に $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、ガンマ線等の放射線が照射されると、放射線によって、クラッド層14に分散されたシンチレータ18に吸収されたエネルギーは、そのシンチレータ18を構成する原子(又は分子)の電離と共に励起に使用されることになる。そして、励起された原子が元の基底状態に戻ったり、電離の結果発生した電子・イオン対が何らかの過程を経て再結合したりした場合に、光子が放出されることになる。この光子の放出が、放射線による発光現象として規定されるものである。

【0035】このように放射線の照射に伴いシンチレータ18が発光することになるが、この光は、クラッド層14とコア12との境界面を介して、コア12内に導入され、このコア12内をこれの延出方向に沿って伝送されることになる。

【0036】ここで、上述した光ファイバ10は、それ自身の機械的な強度が充分でないため、以下に説明する光ファイバケーブルの形態で、具体的に使用に供され

るものである。

【0037】次に、以上のように構成される光ファイバ10を用いた光ファイバケーブル20の構成を、図2及び図3を参照して、詳細に説明する。

【0038】この光ファイバケーブル20は、図2に示すように、上述した光ファイバ10と同一構成の光ファイバを光ファイバ心線として備えている。そして、この光ファイバケーブル20は、光ファイバ10の外周面に、これを補強するための補強層22を備えている。この補強層22は、コア12の延出方向である一方向に沿って延びる強化繊維の束22Aと、この強化繊維の束22Aの外周をスパイラルに前面に渡り巻回するテープ22Bとを備え、このテープ22Aにより、強化繊維の束22Aは光ファイバ10の外周に固定されている。

【0039】また、この補強層22の外周には、これを略全面的に覆うように放射線遮蔽層24が被覆されている。ここで、この放射線遮蔽層24は、この実施例においては、鉛がコーティングされたテープから規定されており、この鉛コーティングテープをスパイラルに、補強層22の外周に巻回することにより、放射線の光ファイバ10への進入を阻止する放射線遮蔽層24が構成されている。

【0040】ここで、図3に示すように、この放射線遮蔽層24は、上述した一方向に沿って所定間隔毎に複数箇所に渡り隙間26が形成されている。この隙間26は、光ファイバ10の周方向に沿う全長に渡り、即ち、放射線遮蔽層24の全周に渡り形成されている。各隙間26の幅は、任意に設定されるものであり、特に後述するように放射線を検出する場合においては、その検出すべき放射線の量に応じて、適宜設定されるものである。

【0041】そして、この放射線遮蔽層24の外周には、最外層となる外被層28が全周を覆うように配設されている。この外被層28は、アウタージャケットとして機能するように、放射線透過性を有する硬質の合成樹脂から形成されている。

【0042】以上のように光ファイバケーブル20は構成されているので、この光ファイバケーブル20に $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、ガンマ線等の放射線が照射されると、放射線は、放射線遮蔽層24の隙間26を介して、光ファイバ10のクラッド層14に進入し、ここに分散されているシンチレータ18を、上述したようにして発光させることになる。そして発光された光は、光ファイバ10のコア12内を伝送されることになる。

【0043】次に、上述した構成の光ファイバケーブル20を用いて、放射線を検出する(放射線漏れを監視する)ための放射線検出システム(放射線漏れ監視システム)の構成を、図4を参照して説明する。

【0044】この放射線検出システム30は、図4に示すように、上述した構成の光ファイバケーブル20を検出器具として備え、その一端は、光電変換器32の光入力

端子に接続されている。一方、光ファイバケーブル20の他端には、反射板34が取り付けられており、ここに到達した光は、この反射板34により正反射されて、光電変換器32に向かって伝送されるようになされている。また、この光電変換器32の電気信号出力端子は、A/D変換器36を介して、情報処理装置38に接続されている。

【0045】ここで、放射線が漏れ出た場合には、この放射線が漏れた位置から最も近傍位置の隙間26に対応するクラッド層14の部位で、発光現象が発生し、この部位からコア12内を互いに反対方向、即ち、光電変換器32に向かう方向と、反射板34に向かう方向とに、光が伝送されることになる。従って、光電変換器32には、発光された光が直接に入射されると共に、一旦、反射板34で反射された光が遅れて入射されることになる。

【0046】このように、放射線の漏れに際しては、光電変換器32に2つの光信号が所定時間隔でた状態で入射される現象に鑑み、情報処理装置38においては、A/D変換された電気信号出力端子からの2つの検出信号の隔たり(ズレ時間)に基づいて、何れの隙間26で発光したかを特定する演算処理を実行するように構成されている。

【0047】尚、この演算処理装置38には、演算結果を表示するためのディスプレイ装置40と警報装置42とが接続されており、放射線の漏れが検出された場合には、警報装置42を介して、所定の警報が発せられると共に、ディスプレイ装置40に、漏れ出した位置が表示されるようになされている。

【0048】このようにして、この放射線検出システム30を用いることにより、例えば、原子力発電所、放射線を扱う研究所や工場や医院において、放射線の漏れが速やかに検出され、放射線による被曝事故が未然に防止されることになる。詳細には、例えば、放射線が漏れ出る部位に接続された排気ダクトや排水ダクトに、この光ファイバケーブル20をスパイラル状に巻き付けつつ張り巡らせることにより、何れの位置で放射線が漏れ出たかを簡単に且つ即座に検出することが可能となるものである。

【0049】しかも、このような検出器具として作用する光ファイバケーブル20は非常に安価に製造できるものであり、放射線漏れが心配される部位の全てに渡り、この光ファイバケーブルを張り巡らせたとしても、その費用は高価なものとはならず、決められた予算内で、極めて効果的に放射線検出システムを構築することが可能となり、安全性が高い次元で担保されることになる。

【0050】一方、宇宙空間にある宇宙衛星等においては、太陽からの太陽風に含まれる放射線から搭載機器を守るために、所定の放射線遮断手段が施されているものであるが、この放射線遮断手段が何らかの原因で破壊さ

れた場合に、搭載機器が放射線により被曝し、性能劣化が発生する可能性があり、しかも、何れの機器が被曝したかは、地上からは容易に判別し難い状況にある。しかしながら、この放射線検出システム30を利用することにより、何れの機器が放射線により被曝した場合には、この光ファイバケーブル20も被曝した搭載機器の近傍位置にある隙間26から光ファイバ10内に放射線が進入することになる。従って、この放射線検出システム30を利用することにより、何れの搭載機器が放射線により被曝したかを、容易に検出することが出来ることとなり、この点における利用価値は非常に高いものである。

【0051】尚、この発明は、上述した構成に限定されることなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形可能であることは言うまでもない。

【0052】例えば、上述した実施例においては、シンチレータ18は、クラッド層14内に分散されるように説明したが、この発明は、このような構成に限定されることなく、例えば図5に變形例として示すように、クラッド層14の外周面を全面的に被覆されるように設けられた検出層19を備え、この検出層19内に、シンチレータ18を分散させるように構成しても良い。この場合、保護層16は、検出層19の外周面を覆うように設けられることは言うまでもない。

【0053】以上詳述したように、この発明によれば、放射線漏れ監視システムを構築するに必要な検出具となる光ファイバ及び光ファイバケーブルが安価に提供されることとなる。

【0054】

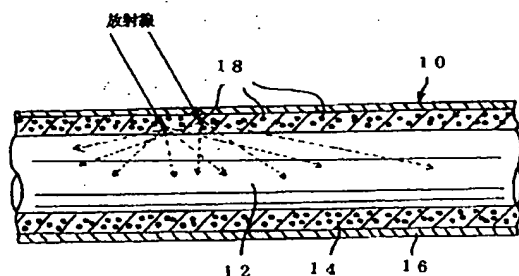
【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係わる光ファイバの一実施例の構成

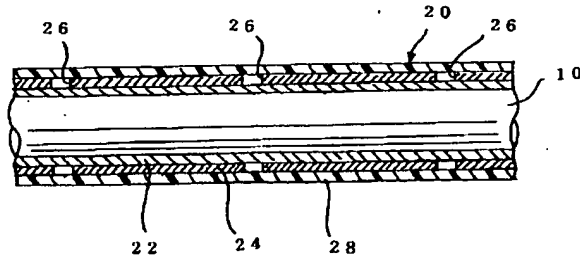
10 【符号の説明】

- 10 光ファイバ
- 12 コア
- 14 クラッド層
- 16 保護層
- 18 シンチレータ
- 19 検出層
- 20 光ファイバケーブル
- 22 補強層
- 22A 強化繊維の束
- 22B テープ
- 24 放射線遮蔽層
- 26 隙間
- 28 外被層
- 30 放射線検出システム
- 32 光電変換器
- 34 反射板
- 36 A/D変換器
- 38 情報処理装置
- 40 ディスプレイ装置
- 42 警報装置

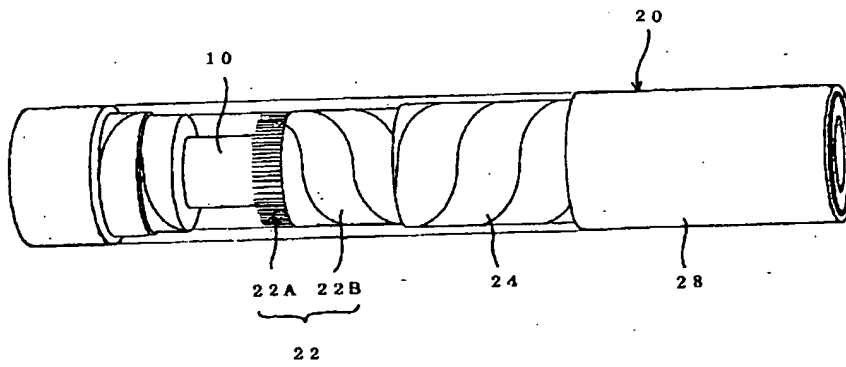
【図1】



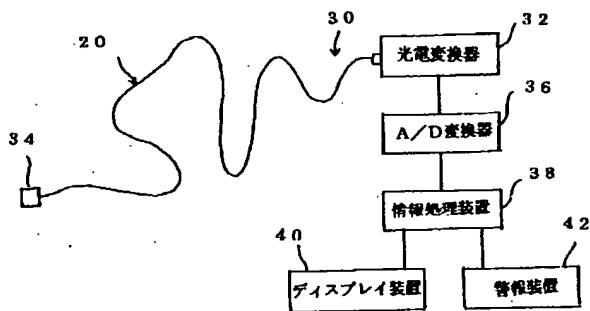
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

